

CLIPPEDIMAGE= JP409256503A

PAT-NO: JP409256503A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09256503 A

TITLE: SOUND ABSORBING MATERIAL

PUBN-DATE: September 30, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ONISHI, KENJI

OKUDAIRA, YUZO

ANDO, HIDEYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08066655

APPL-DATE: March 22, 1996

INT-CL (IPC): E04B001/86;B32B005/16 ;B32B007/02 ;G10K011/16  
;G10K011/162

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a sound absorbing coefficient in a low frequency band even when thickness is thinned while handling properties as a material are enhanced by mutually bonding powder particles through binders and setting a Young's modulus at a specific value or less.

SOLUTION: A sound absorbing material consisting of a molded form, in which powder particles 1 are bonded so that the mutual powder particles 1 can be vibrated at contact points 2 through binders 3 and molded and unified, is acquired. Since the sound absorbing material is formed in the unified molded form, handling properties are improved while the

deterioration of sound  
absorbing characteristics due to the spill, deviation,  
etc., of powder is  
inhibited. Sound absorbing characteristics in a low  
frequency band are  
improved even when the thickness of the sound absorbing  
material is thinned by  
setting the Young's modulus of the sound absorbing material  
in  
 $1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  or less. It is  
desirable that mean grain  
size of  $0.1\text{--}1000 \mu\text{m}$  and bulk density within a range of  
 $0.1\text{--}1.5 \text{ g/cm}^3$   
are acquired in powder composed of powder particles 1, and  
there is possibility  
that sound absorbing characteristics in a low sound zone  
are deteriorated when  
mean grain size or bulk density is deviated from these  
ranges.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-256503

(43)公開日 平成9年(1997)9月30日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
E 0 4 B	1/86		E 0 4 B 1/86	B
				D
				M
B 3 2 B	5/16		B 3 2 B 5/16	
7/02	1 0 1		7/02	1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-66655

(22)出願日 平成8年(1996)3月22日

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 大西 兼司

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(72)発明者 奥平 有三

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(72)発明者 安藤 秀行

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

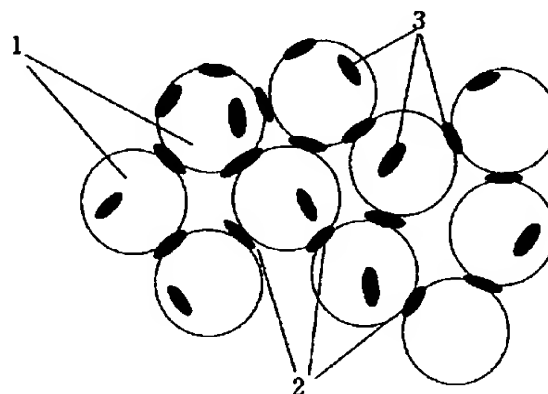
(74)代理人 弁理士 松本 武彦

(54)【発明の名称】 吸音材

(57)【要約】

【課題】 厚みが薄くても低周波数域での吸音率が高く、材料としての取り扱い性に優れた吸音材を提供することである。

【解決手段】 吸音材は、粉体粒子をバインダーを介して互いに接着し成形してなる吸音材であって、ヤング率が $1.0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  以下であることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】粉体粒子をバインダーを介して互いに接着し成形してなる吸音材であって、ヤング率が $1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下であることを特徴とする吸音材。

【請求項2】前記粉体粒子からなる粉体が、 $0.1 \sim 1000 \mu\text{m}$ の平均粒径と $0.1 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する請求項1に記載の吸音材。

【請求項3】前記粉体粒子が、粒状粒子とこの粒状粒子の表面に付着した微小繊維体とからなり、前記微小繊維体が $1 \times 10^2 \text{ N/m}$ 以下のバネ定数を有する請求項1に記載の吸音材。

【請求項4】粒状粒子と、この粒状粒子の表面に付着したバネ定数 $1 \times 10^2 \text{ N/m}$ 以下の微小繊維体と、バインダーとを含み、このバインダーを介して前記微小繊維体同士が接着することによって前記粒状粒子が互いに接着され成形されてなる吸音材であって、ヤング率が $1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下であることを特徴とする吸音材。

【請求項5】請求項1～4のいずれかに記載の吸音材と、この吸音材の表面に積層された多孔質材とを備え、前記多孔質材は $10 \sim 500 \text{ kg/cm}^3$ のかさ密度と $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ のヤング率とを有し、前記吸音材側が音波の入射側となっている吸音材。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は吸音材に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、以下の①～③に挙げる用途に吸音材が使用されている。

①リスニングルーム、楽器練習室等の内装材として用いる。室内の音響特性が問題となる部屋で、室内残響時間特性および反射特性等を制御するための仕上げ用の内装材として用いる。

【0003】②壁、天井の充填材として用いる。遮音特性が要求される部屋では、壁や天井の遮音性能を向上させるために二重パネル構造を採用することが多い。これらのパネル間に吸音材を充填してさらに性能を上げるために用いる。

③その他、吸音ダクトの内貼り用、騒音を発生する機器の防音カバーの内貼り用等に用いる。

【0004】これらの用途に使用される従来の吸音材は、発泡ウレタン、グラスウール等の素材の多孔性を利用したものである。その吸音機構は、音波が発泡ウレタン、グラスウール等の連通した気泡や孔の中に入射すると、連通した気泡や孔は複雑な断面形状をした連続気泡であるため、音波の伝播の過程で気泡壁面との粘性摩擦等によって音圧が低下し、その結果、音波エネルギーが吸音材中に吸収されるものと考えられている。

【0005】多孔質材の吸音率は、音波の周波数が高くなるほど、また厚みが増すほど大きいのに、低周波数域（特に、 $250 \text{ Hz}$ 以下）の音波に対しては小さい。多

孔質材の厚みが増せば、低周波数域の吸音率を上げることができる。しかしながら、部屋の内装材として多孔質材を使用した場合に多孔質材が厚いと、部屋が狭くなるという問題が生じる。ダクトの内貼りとして使用した場合に多孔質材が厚いと、空気の流れが狭くなってしまうという問題が生じる。したがって、多孔質材の厚みを増やして低周波数域の吸音率を上げるという方法は適切な方法ではない。

【0006】これとは別の観点で、本出願人は、多孔質材とは異なる低周波数域において十分な吸音率を有する吸音材として、低周波数帯域の音波に対して吸音効果がある粉体の振動を利用した吸音材を提案している（特願平2-294220、特願平4-120103、特願平4-120103、特願平6-176295等）。このような粉体を利用した吸音材であっても、低周波数域において、より優れた吸音性能を得るためには、上記と同様に、粉体層を厚くする必要があり、実際に粉体を利用した吸音材を使用する場合に、材料としての取り扱い性が低下し、このような吸音材を使用中に粉体のこぼれ、偏り等に起因する性能劣化があるという問題がある。

【0007】これらを改善するために、本出願人は、材料としての取り扱い性を向上させるために、吸音性粉体層の音波が透過する側に多孔質材層を積層させることによって、粉体層の厚みを大幅に減らした吸音材を提案している（特願平6-257217）。さらに、本出願人は、吸音特性に優れた粉体をシート状に成形した粉体保持シートを提案している。この粉体保持シートは、粉体層の厚みが薄く切断・加工が可能であり、材料としての取り扱い性が高く、粉体のこぼれ、偏り等に起因する性能劣化はみられず、低周波数帯域の音波に対して吸音特性が優れた吸音材である。

【0008】しかし、現在では、これら吸音材よりも、低周波数域において吸音率がさらに高く、厚みがより薄いものの開発が望まれている。また、粉体を利用した吸音材については、低周波数域において吸音率が高く、厚みがより薄い吸音材の開発が望まれているのが現状である。粉体を利用した吸音材が、経時安定性が高く、性能劣化がないとさらに望ましい。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明が解決しようとする課題は、厚みが薄くても低周波数域での吸音率が高く、材料としての取り扱い性に優れた吸音材を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の吸音材は、粉体粒子をバインダーを介して互いに接着し成形してなる吸音材であって、ヤング率が $1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下であることを特徴とする。前記粉体粒子からなる粉体が、 $0.1 \sim 1000 \mu\text{m}$ の平均粒径と $0.1 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有すると好ましい。

【0011】前記粉体粒子が、粒状粒子とこの粒状粒子の表面に付着した微小繊維体とからなり、前記微小繊維体が $1 \times 10^2 \text{ N/m}$ 以下のバネ定数を有すると好ましい。本発明の第2の吸音材は、粒状粒子と、この粒状粒子の表面に付着したバネ定数 $1 \times 10^2 \text{ N/m}$ 以下の微小繊維体と、バインダーとを含み、このバインダーを介して前記微小繊維体同士が接合することによって前記粒状粒子が互いに接合され成形されてなる吸音材であって、ヤング率が $1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下であることを特徴とする。

【0012】本発明の第3の吸音材は、上記吸音材と、この吸音材の表面に積層された多孔質材とを備え、前記多孔質材は $10 \sim 500 \text{ kg/cm}^3$ のかさ密度と $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ のヤング率とを有し、前記吸音材側が音波の入射側となっている。

【0013】

【発明の実施の形態】

〔第1および第2の吸音材〕本発明の第1の吸音材は、たとえば、図1に示すような構造の成形体である。この吸音材は、粉体粒子をバインダーを介して互いに接合し成形してなる吸音材であって、そのヤング率が $1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下である。吸音材のかさ密度については特に限定はないが、たとえば、 $100 \sim 700 \text{ kg/cm}^3$ であると好ましい。

【0014】粉体粒子としては、たとえば、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体粒子が用いられ、好ましいものとして後述のものを使用することができる。第1の吸音材の内部の構造は、たとえば図2に示すような構造を有する。粉体粒子1はバインダー3を介して接触点2において互いの粉体粒子1が振動可能になるように接合されており、これによって吸音材は成形されたもの、すなわち成形体となっている。

【0015】通常、低周波数域で吸音性を発揮する粉体粒子からなる層のヤング率は $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ であるため、バインダーを用いる粉体粒子の成形は、得られる成形体のヤング率の増大をおこさないように行う必要がある。バインダーとしては、バインダーを介して粉体粒子を互いに接合し成形してなる吸音材のヤング率が $1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下になるものであれば特に限定はなく、たとえば、ポリエチレン樹脂、ポリスチレン樹脂、メタクリル樹脂、ポリウレタン樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂等の樹脂バインダー；コーンスターチ、タピオカ等の天然デンプン；PVAc（酢酸ビニル）等の水性バインダー等を挙げることができる。

【0016】バインダーを粉体粒子に付着させて、バインダーを介して互いに接合し成形する方法としては、たとえば、粉体粒子を攪拌させながら、スプレー等でバインダーを塗布した後、型枠等に入れて成形する方法、流動層装置等を用いて、流動中の粉体粒子の表面にバインダーをコーティングさせた後、型枠等に入れて加熱成形する方法等を挙げることができる。

【0017】なお、使用するバインダーの種類およびバインダー付着方法については、上記から適宜選択することができる。粉体粒子としては、粉体粒子からなる粉体が、 $0.1 \sim 1000 \mu\text{m}$ の平均粒径と $0.1 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有するもの、または、粉体粒子からなる粉体が、粒状粒子と前記粒状粒子の表面に付着した微小繊維体とからなる粉体で、微小繊維体が $1 \times 10^2 \text{ N/m}$ 以下のバネ定数を有するものが挙げられる。

【0018】粉体としては、 $0.1 \sim 1000 \mu\text{m}$ の平均粒径と $0.1 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する粉体が望ましい。平均粒径またはかさ密度が前記範囲を外れると、低音域での吸音特性に劣るおそれがある。低音域での吸音特性をより高めるといふ点からは、粉体として、 $1 \sim 300 \mu\text{m}$ の平均粒径と $0.1 \sim 0.8 \text{ g/cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する粉体がより望ましい。本発明に用いられる粉体としては、フラット型またはピーク型の、吸音率の周波数特性と持つものが挙げられる。吸音率の周波数特性がフラット型またはピーク型でないと、低音域での吸音特性に劣るおそれがある。

【0019】フラット型の、吸音率の周波数特性を有するとは、特定の周波数以上の周波数の音波が入射した時に、ほぼ一定の吸音率を有することである。ここで、特定の周波数は、粉体層の厚みによって変化するため、その値には特に限定はない。フラット型の、吸音率の周波数特性を有する粉体としては、

- ・バーミキュライト（平均粒径： $200 \sim 400 \mu\text{m}$ ，かさ密度： $0.1 \text{ g/cm}^3$ ）
- ・湿式シリカ（平均粒径： $400 \sim 500 \mu\text{m}$ ，かさ密度：約 $0.1 \sim 0.2 \text{ g/cm}^3$ ）
- ・軟質炭酸カルシウム（平均粒径： $1 \sim 2 \mu\text{m}$ ，かさ密度：約 $0.4 \text{ g/cm}^3$ ）
- ・ナイロンパウダー（平均粒径： $180 \sim 500 \mu\text{m}$ ，かさ密度：約 $0.5 \text{ g/cm}^3$ ）
- ・フェライト仮焼品（平均粒径： $1.3 \sim 1.5 \mu\text{m}$ ，かさ密度：約 $1.0 \text{ g/cm}^3$ ）
- ・金マイカ（平均粒径： $650 \mu\text{m}$ ，かさ密度：約 $0.5 \sim 0.6 \text{ g/cm}^3$ ）

等が挙げられ、それぞれ単独で使用されたり、あるいは、2以上の粉体が併用されたりする。

【0020】ピーク型の吸音率の周波数特性を有するとは、吸音率の周波数特性曲線が上に凸の極大値を有することである。ここで、上に凸の極大値となる周波数は、粉体層の厚みによって変化するため、その値には特に限定はない。ピーク型の吸音率の周波数特性を有する粉体としては、シリカ、マイカ、タルク等が挙げられる。より具体的には、たとえば、

- ・金マイカ（平均粒径： $40 \mu\text{m}$ ，かさ密度：約 $0.4 \text{ g/cm}^3$ ）
- ・湿式シリカ（平均粒径： $7 \sim 150 \mu\text{m}$ ，かさ密度：約 $0.1 \sim 0.3 \text{ g/cm}^3$ ）

5

・球状シリカ（平均粒径：3～28 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.3～0.9 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・タルク（平均粒径：1.5～9.4 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.3～0.5 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・アクリル樹脂微粉体（平均粒径：1～2 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.3 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・ケイ酸カルシウム粉体（平均粒径：20～30 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.1 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・パーライト粉体（平均粒径：100～150 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.1～0.2 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・フッ素樹脂粉体（平均粒径：5～25 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.4～0.5 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・ベントナイト（平均粒径：0.3～3.5 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.5～0.8 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・シラスバルーン（平均粒径：30～50 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.2～0.3 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・熔融シリカ（平均粒径：5～32 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.5～0.8 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・炭化ケイ素粉体（平均粒径：0.4～5.0 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.6～1.1 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・ナイロンパウダー（平均粒径：5～250 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.3～0.5 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・アクリル樹脂粉体（平均粒径：45 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.6～0.7 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・炭素繊維粉体（平均繊維径：14～18 $\mu\text{m}$ ，繊維長：100～200 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.5～0.6 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・二酸化チタン粉体（平均粒径：0.1～0.25 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.5～0.7 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・炭酸カルシウム粉体（平均粒径：3～30 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.6～1.0 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・塩化ビニル樹脂粉体（平均粒径：130 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.5 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・バリウムフェライト磁粉（平均粒径：1.8～2.2 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約1.5 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 ・シリコーンパウダー（平均粒径：0.3～0.7 $\mu\text{m}$ ，かさ密度：約0.2～0.3 $\text{g}/\text{cm}^3$ ）  
 等が挙げられ、それぞれ単独で使用されたり、あるいは、2以上の粉体が併用されたりする。

【0021】粉体として、粒状粒子と前記粒状粒子の表面に付着した微小繊維体とからなる粉体で、微小繊維体が $1 \times 10^2 \text{N}/\text{m}$ 以下（好ましくはバネ定数 $10 \text{N}/\text{m}$ 以下）のバネ定数を有する粉体を用いることがより一層望ましい。この粉体を用いることにより、低音域での吸音特性がより向上する。微小繊維体のバネ定数が前記範囲を外れると、低音域での吸音特性に劣るおそれがある。なお、粒状粒子からなる粉体としては、たとえば、上述した、0.1～1000 $\mu\text{m}$ の平均粒径と0.1～1.5 $\text{g}/\text{cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する粉体であり、好ましくは、1～300 $\mu\text{m}$ の平均粒径と0.1～0.8 $\text{g}/$

6

$\text{cm}^3$ の範囲のかさ密度とを有する粉体が望ましい。

【0022】具体的には、図3に示すように、粒状粒子4からなる粉体の該粒状粒子4の表面に微小繊維体5からなる粉体の該微小繊維体5を付けることで、粒状粒子4からなる粉体よりさらに吸音特性を低音域化して、低周波域での吸音性能を高めることができ、成形体の厚みをより低減して取扱い性を向上させることが可能となる。

【0023】粒状粒子に付着させる微小繊維体としては、金属ウィスカーなどのウィスカー、プラスチック繊維、植物繊維、ガラス繊維やそれらが凝集した構造体等が用いられる。より具体的には、チタン酸カリウムウィスカー、炭化ケイ素ウィスカー、酸化亜鉛ウィスカー、ケイ酸カルシウム針状粉体、セピオライト等が挙げられる。繊維径および繊維長についても特に限定はされないが、通常平均繊維径が0.1～10 $\mu\text{m}$ の範囲であり、繊維長は数 $\mu\text{m}$ から数十 $\mu\text{m}$ までの範囲内である。

【0024】微小繊維体は、これらに限定されるものではなく、バネ定数が $1 \times 10^2 \text{N}/\text{m}$ 以下のものであれば良く、望ましくはバネ定数が $10 \text{N}/\text{m}$ 以下のものである。さらには、粒状粒子と微小繊維体との混合割合は特に限定はされないが、粒状粒子からなる粉体と微小繊維体からなる粉体との重量比率は、たとえば、20：1～1：10の範囲内であり、5：1～1：3の範囲内が好ましい。微小繊維体粉体の比率が、前記範囲を外れると低音域での吸音特性に劣るおそれがある。粒状粒子への微小繊維体の付着方法についても特に限定はされないが、たとえば、希釈したバインダーに微小繊維体を混合し、熱風中を流動している粒状粒子にスプレーする方法や、あるいは、熱融着性バインダーをコーティングした粒状粒子と微小繊維体を混合加熱するという方法などがある。

【0025】第1の吸音材は粉体粒子を含んでおり、その吸音機構を説明する。第1の吸音材（成形体）に音波が入射すると、粉体粒子を含んだ成形体の縦振動モードが励起され、そのモードが生じる周波数帯域、すなわち低周波数域では吸音率が大きくなる。これに対して、通常、ロックウール、グラスウール等のかさ密度が500 $\text{kg}/\text{cm}^3$ 以下の多孔質材では、500 $\text{Hz}$ 以上の中高音域で吸音特性を示すが、低周波数域での吸音作用はほとんどない。第1の吸音材において、吸音率が大きくなる周波数をピーク周波数（ $f_{r1}$ ）とすると、 $f_{r1}$ は、成形体のヤング率 $E$ 、成形体のかさ密度 $\rho$ 、成形体の厚み $t$ で次式（1）のように表すことができる。

$$f_{r1} = (E/\rho)^{1/2} / 4t \quad (1)$$

成形体のヤング率 $E$ 、かさ密度 $\rho$ としては、前述の示すように、ヤング率が $1.0 \times 10^6 \text{N}/\text{m}^2$ 以下で、かさ密度については特に限定はないが、たとえば、100～700 $\text{kg}/\text{cm}^3$ であると好ましい。

【0026】なお、成形体のヤング率 $E$ は粉体粒子表面のバネ定数の大きさにより左右される。通常、粒状粒子

表面のバネ定数は $10^2\text{N/m}$ よりも大きいため、前記微小繊維体のバネ定数が $1 \times 10^2\text{N/m}$ 以下と粒状粒子1個のバネ定数よりも小さければ、吸音特性をさらに低音域化することができる。次に、本発明の第2の吸音材は、たとえば、図1に示すような第1の吸音材と同様の構造の成形体である。この吸音材は、粒状粒子と、この粒状粒子の表面に付着したバネ定数 $1 \times 10^2\text{N/m}$ 以下の微小繊維体と、バインダーとを含み、このバインダーを介して前記微小繊維体同士が接着することによって前記粒状粒子が互いに接着され成形されてなる吸音材であって、ヤング率が $1.0 \times 10^6\text{N/m}^2$ 以下であることを特徴とする。吸音材のかさ密度については特に限定はないが、たとえば、 $100 \sim 700\text{kg/cm}^3$ であると好ましい。第2の吸音材において使用される粒状粒子は粒子の振動により吸音作用を発現するものであり、この粒状粒子、粒状粒子の表面に付着したバネ定数 $1 \times 10^2\text{N/m}$ 以下の微小繊維体およびバインダーや、第2の吸音材の製造方法および吸音機構等は、前記第1の吸音材で説明したものと同様である。

【0027】第2の吸音材の内部の構造は、たとえば図4に示すような構造を有する。粒状粒子4の表面には微小繊維体5が付着しており、バインダー3を介して微小繊維体5同士が接着することによって、粒状粒子4が互いに振動可能になるように接着され成形される。これによって吸音材は成形されたもの、すなわち成形体となっている。

【0028】第2の吸音材では、微小繊維体同士がバインダーを介して接着することによって、粒状粒子が互いに振動可能に接着され成形体となっているため、吸音特性をさらに低音域化することができる。これは、バインダーが粒状粒子の表面に付着した微小繊維体同士を接着し、微小繊維体が有しているばね定数 $1 \times 10^2\text{N/m}$ 以下という物性を活かしたまま成形体を得ることができ、バインダーによる成形体のヤング率の増加が抑制されるためである。成形体の厚み $t$ を低減すると、前述のピーク周波数 $(f_{r1})$ の式で $f_{r1}$ が大きくなってしまい、低周波数域での吸音作用が期待できなくなる。しかしながら、第2の吸音材では成形体のヤング率 $E$ の増加が抑制されているので、成形体の厚みを低減しても低周波数域での吸音作用を発現することができ、取扱い性を向上させることが可能になる。

【0029】本発明の第1および第2の吸音材の厚みについては特に限定はなく、たとえば、 $50\text{mm}$ 以下であると、取扱い性が向上するために好ましく、 $30\text{mm}$ 以下であるとさらに好ましい。なお、ピーク周波数 $(f_{r1})$ は、成形体物性である $(E/\rho)^{1/2}$ および成形体の厚み $t$ から影響を受けるので、要求される吸音特性に応じて、粉体粒子(粒状粒子)、バインダー、微小繊維体等の種類、バインダー付着方法、成形体の厚み等を適宜選択する必要がある。

【0030】本発明の第1および第2の吸音材に用いられる粉体粒子は、粒子の振動により吸音性能が発現するようになっている。第1および第2の吸音材は、粒子の振動により吸音性能が発現する粉体粒子をバインダーを介して互いに接着し成形して、一体化した成形体からなる吸音材であるため、取扱い性が高まるとともに、粉体のこぼれ、偏り等による吸音特性の低下が抑制される。さらに、第1および第2の吸音材のヤング率は $1.0 \times 10^6\text{N/m}^2$ 以下であるため、吸音材の厚みがうすくても低周波数域での吸音特性が優れるようになる。

〔第3の吸音材〕本発明の第3の吸音材は、第1または第2の吸音材(以下、第1または第2の吸音材を「成形体」ということがある。)と、この吸音材の表面に積層された多孔質材とを備え、前記多孔質材は $10 \sim 500\text{kg/cm}^3$ のかさ密度と $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^8\text{N/m}^2$ のヤング率とを有し、第1または第2の吸音材側が音波の入射側となっている。第3の吸音材は、たとえば、図5に示すように、成形体6と、多孔質材7とを積層した構造を有する。成形体6のヤング率は $1.0 \times 10^6\text{N/m}^2$ 以下である。成形体6のかさ密度については特に限定はないが、たとえば、 $100 \sim 700\text{kg/cm}^3$ であると好ましい。

【0031】多孔質材は、 $10 \sim 500\text{kg/m}^3$ のかさ密度と $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^8\text{N/m}^2$ のヤング率とを有するものであれば特に限定はない。多孔質材の具体例としては、ロックウール、グラスウール等の無機系多孔質材、不織布、木質ファイバーボード等の有機系多孔質材、ロックウール繊維とバインダーとからなるロックウール吸音板；ロックウール、グラスウール等の無機繊維をフェノール樹脂等のバインダーで成形したボード；ウレタンボード等の発泡性ボード等を挙げることができる。

【0032】成形体および多孔質材の厚みについては特に制限はないが、成形体の厚みが $2 \sim 30\text{mm}$ で、多孔質材の厚みが $5 \sim 50\text{mm}$ であると、多孔質材を成形体に積層した時の厚みが薄くて取り扱い性に優れ、低周波数域での吸音作用を付与できるため好ましい。また、成形体と多孔質材との厚みの比率〔成形体：多孔質材〕が、 $4:1 \sim 1:20$ であると、以下に詳しく説明する低周波数域でのピーク周波数 $(f_{r2})$ を設定できるため好ましい。

【0033】第3の吸音材では、成形体の表面に多孔質材が積層されている。成形体に多孔質材を積層する方法については特に限定はないが、たとえば、接着剤を使用して積層する方法、熱融着性のバインダーを使用して積層する方法、粘着テープで接着する方法等がある。第3の吸音材は、第1または第2の吸音材と多孔質材とが積層され、一体化されている。第3の吸音材は、異なるかさ密度の素材を積層したものであるため、後述の共振による吸音作用が生じるため厚みを薄くすることがで

き、材料としての取り扱い性に優れている。

【0034】第3の吸音材においては、成形体側が音波の入射側であり、多孔質材側が音波の透過側である。音波の入射側および透過側を逆にする、低周波数域での吸音作用が低下するために好ましくない。ロックウール等のかさ密度500kg/m<sup>3</sup>以下の多孔質材単独では、中高音域においては吸音特性を示すが、低周波数域での吸音作用は非常に小さい。それにもかかわらず、第3の吸音材では低周波数域での吸音率が高いが、この理由は以下のようであると考えられている。すなわち、図5で示した構造で説明すると、音波の入射側にある成形体6を「質量（おもり）」、音波の透過側にある多孔質材7を「バネ」とした共振現象が起こり、共振による吸音作用によって、低周波数域での吸音性能が高くなると考えられる。また、第3の吸音材において音波の入射側および透過側を逆にする、低周波数域での吸音作用が低下するのは、上述のような共振による吸音作用が得られなくなるためである。また、成形体および多孔質材は、上記の範囲のかさ密度およびヤング率とを有する必要がある。

$$f r 2 = \{ (E_2 / t_2) / (\rho_1 \times t_1) \}^{1/2} \quad (2)$$

上記で、 $\rho_1 \times t_1$ は成形体の面重量、 $E_2 / t_2$ は多孔質材の単位面積当たりのバネ定数であるので、共振周波数（ $f r 2$ ）は、成形体の面重量および多孔質材のバネ定数によって決定される。成形体および多孔質材における厚み、材質、かさ密度、ヤング率等の物性については、低周波数域での吸音性能と、厚みを薄くすることおよび材料としての取り扱い性等とのバランスを取りつつ適宜選択する必要がある。

【0037】第3の吸音材は、成形体と多孔質材とが積層され、一体化された吸音材であるため、取扱い性が高まるとともに、成形体の優れた吸音特性に加えて、音波の入射側にある成形体を「質量（おもり）」、音波の透過側にある多孔質材を「バネ」とする共振現象が起こり、共振による吸音作用がさらに加わるために、低周波数域において幅広い周波数での吸音作用を得ることができる。

【0038】以上に説明した、第1～3の吸音材は、薄型の低周波数域吸音材として、たとえば、リスニングルーム、楽器練習室の内装材、吸音ダクトの内貼り用材料、騒音を発生する機器の防音カバーの内貼り用材料等に利用することができる。さらに、2重パネルや2重壁パネル等の間隙に設置することによって、床衝撃音の低減、遮音性の向上等の効果を得ることができる。

【0039】

【実施例】以下に、本発明の具体的な実施例および比較例を示すが、本発明は下記実施例に限定されない。

（実施例1）粉体粒子からなる粉体としてガラスバルーン粉体（平均粒径150μm、密度180kg/m<sup>3</sup>）を用い、これを容器内で攪拌しながら、バインダーである水性ウレタンエマルジョンをスプレー散布し、金属型枠に※50

\*る。この範囲外であると、音波が入射した際に多孔質材の共振現象が起こらないか、または、共振現象が起こってもその共振レベルが小さくなるおそれがあり、低周波数域での吸音性能は期待できなくなる。

【0035】吸音材として多孔質材を単独で使用する、低周波数域での吸音作用はほとんどないか、あっても吸音作用は小さい。そのために、これ単独で低周波数域での吸音率を上げるためには、多孔質材を厚くして使用する必要がある。それに対して、第3の吸音材では、上述のように共振による吸音作用が得られるため、吸音材全体の厚さを薄くすることができる。

【0036】共振作用による吸音機構では、バネ—質量系の共振が生じる周波数帯域で吸音率が大きくなる。共振現象によって吸音率が大きくなる周波数を共振周波数（ $f r 2$ ）とすると、 $f r 2$ は次に示す式（2）で表される。なお、式（2）で、 $\rho_1$ は成形体のかさ密度、 $t_1$ は成形体の厚み、 $E_2$ は多孔質材のヤング率、 $t_2$ は多孔質材の厚みを示す。

※充填した後、熱風乾燥機で加熱成形して、成形体となった吸音材（1）を得た。吸音材（1）の厚みは30mmであり、かさ密度は350kg/m<sup>3</sup>、ヤング率は $5 \times 10^5$ N/m<sup>2</sup>である。

【0040】なお、粉体粒子としては、前記ガラスバルーン粉体に限定されるものではなく、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体粒子であればよい。吸音材（1）について、JIS A1409「残響室吸音率の測定方法」に基づいて吸音性能を計測した結果を表1に示す。

（実施例2）粉体粒子として、粒状粒子であるガラスバルーン粉体（平均粒径150μm、密度180kg/m<sup>3</sup>）に、ケイ酸カルシウム針状粉体（バネ定数16N/m、平均繊維長5～20μm、平均繊維径0.8μm）を付着させた粉体粒子（ガラスバルーン粉体とケイ酸カルシウム針状粉体の配合割合は重量比率で1：1）を用いた。これを容器内で攪拌しながら、バインダーである水性ウレタンエマルジョンをスプレー散布し、金属型枠に充填した後、熱風乾燥機で加熱成形して、成形体となった吸音材（2）を得た。吸音材（2）の厚みは30mmであり、かさ密度は300kg/m<sup>3</sup>、ヤング率は $1 \times 10^5$ N/m<sup>2</sup>である。

【0041】吸音材（2）について、JIS A1409「残響室吸音率の測定方法」に基づいて吸音性能を計測した結果を表1に示す。なお、粉体粒子としては、前記ガラスバルーン粉体にケイ酸カルシウム針状粉体を付着させた粉体粒子に限定されるものではなく、粒子の振動により吸音作用を発現する粉体粒子であればよい。中でも、粉体粒子が、粒状粒子とこの粒状粒子の表面に付着した微小繊維体とからなり、前記微小繊維体が $1 \times 1$



0.2N/m以下のバネ定数を有するものや、さらに、バインダーを介して前記微小繊維体同士が接着することによって粒状粒子が互いに接着され成形体となるものが一層好ましい。つまり、成形体の厚みを薄くしても、吸音特性に優れた粉体粒子を用いているため、低周波数域での吸音性能を発現することができる。したがって、粉体粒子を成形してなる吸音材において、吸音性能と取扱い性とを両立させることが可能になる。

【0042】(実施例3) 実施例3の吸音材(3)は、図6に示すような断面構造を有している。吸音材(3)は、実施例2と同様にして得られた成形体8(厚み2mm、かさ密度300kg/m<sup>3</sup>、ヤング率1×10<sup>5</sup>N/m<sup>2</sup>)と、ロックウール吸音板9(厚み12mm、密度400kg/m<sup>3</sup>、ヤング率7×10<sup>6</sup>N/m<sup>2</sup>)とを積層したものであり、その総厚みは14mmである。なお、成形体8側を音波の入射側にした。

【0043】吸音材(3)について、JIS A1409「残響室吸音率の測定方法」に基づいて吸音性能を計測した結果を表1に示す。

(実施例4) 実施例4の吸音材(4)は、図7に示すような断面構造を有している。吸音材(3)は、実施例2と同様にして得られた成形体10(厚み10mm、かさ密度300kg/m<sup>3</sup>、ヤング率1×10<sup>5</sup>N/m<sup>2</sup>)と、ロックウールファイバー11(厚み20mm、密度24kg/m<sup>3</sup>、ヤング率3×10<sup>3</sup>N/m<sup>2</sup>)とを積層したものであり、その総厚みは30mmである。なお、成形体10側を音波の入射側にした。

【0044】吸音材(4)について、JIS A1409「残響室吸音率の測定方法」に基づいて吸音性能を計測した結果を表1に示す。なお、吸音材(3)、吸音材\*30

\* (4)は、成形体と多孔質材との積層体となっているため、成形体単独の吸音作用に加えて、多孔質材をバネ、成形体を質量としたバネ-質量系の共振現象による吸音作用がさらに加わり、低周波数域での吸音作用が高まる。

【0045】吸音材(3)、吸音材(4)では、成形体を構成する粉体粒子の種類、物性、厚み等については、上記実施例に限定されず、要求される吸音特性に応じて適宜選択される。また、同様に、多孔質材の種類として、ロックウール吸音板やロックウールファイバーに限定されるものではなく、10～500kg/cm<sup>3</sup>のかさ密度と1.0×10<sup>3</sup>～1.0×10<sup>8</sup>N/m<sup>2</sup>のヤング率とを有するものであればよい。この物性をはずれると、音波が入射した際に多孔質材をバネにした共振現象は起こらないか、または、共振レベルが小さくなることもあり、低周波数域での吸音性能の向上は期待できなくなる。

【0046】(比較例1) 多孔質吸音材であるロックウールファイバー(厚み30mm、密度24kg/m<sup>3</sup>、ヤング率3×10<sup>3</sup>N/m<sup>2</sup>)を比較吸音材(1)として使用し、これについて、JIS A1409「残響室吸音率の測定方法」に基づいて吸音性能を計測した結果を表1に示す。

【0047】(比較例2) 多孔質吸音材であるロックウール吸音板(厚み12mm、密度400kg/m<sup>3</sup>、ヤング率7×10<sup>6</sup>N/m<sup>2</sup>)を比較吸音材(2)として使用し、これについて、JIS A1409「残響室吸音率の測定方法」に基づいて吸音性能を計測した結果を表1に示す。

【0048】

【表1】

		構 成	総厚み	平均吸音率		
				125Hz	250Hz	500Hz
実施例1	吸音材(1)	ガラスパルーン粉体を含む成形体	30mm	0.10	0.20	0.50
実施例2	吸音材(2)	ガラスパルーン粉体にケイ酸カルシウム針状粉体を付着させたものを含む成形体	30mm	0.20	0.70	0.40
実施例3	吸音材(3)	厚み2mmの成形体と厚み12mm、密度400kg/m <sup>3</sup> のロックウール吸音板とを積層したもの	14mm	0.40	0.45	0.50
実施例4	吸音材(4)	厚み10mmの成形体と厚み20mm、密度24kg/m <sup>3</sup> のロックウールファイバーとを積層したもの	30mm	0.40	0.60	0.50
比較例1	比較吸音材(1)	厚み30mm、密度24kg/m <sup>3</sup> のロックウールファイバー	30mm	0.05	0.15	0.25
比較例2	比較吸音材(2)	厚み12mm、密度400kg/m <sup>3</sup> のロックウール吸音板	12mm	0.05	0.10	0.20

【0049】吸音材(1)～吸音材(4)と、比較吸音材(1)および比較吸音材(2)とで、吸音性能を比較すると以下のとおりである。500Hz以下における低周波数域において、吸音材(1)の吸音率は、常に比較吸音材(1)および比較吸音材(2)の吸音率よりも優れ※50

※ている。また、比較吸音材(1)および比較吸音材(2)では、250Hz以下における吸音率は約0.2以下であるが、吸音材(2)では、250Hz以下における吸音率は0.7であり、優れた吸音性能を示すことがわかる。

13

【0050】成形体と多孔質材とを積層した吸音材(4)では、吸音率が高くなる周波数域が広がり、これと比較吸音材(1)および比較吸音材(2)とを比較すると、低周波数域である125～500Hzでの吸音性能が向上することがわかる。同様に、吸音材(3)と比較吸音材(2)とを比較すると、多孔質吸音材であるロックウール吸音板に成形体を積層し、成形体側を音波の入射側にする、低周波数域である125～500Hzでの吸音性能が向上することがわかる。

【0051】吸音材(1)～吸音材(4)は、いずれも、粉体のこぼれ、偏り等がなく、吸音性材料としての取扱い性が向上し、比較吸音材(1)、比較吸音材(2)と同様に取り扱うことができる。

【0052】

【発明の効果】本発明の第1および第2の吸音材は、いずれも、粒子の振動により吸音性能を発現する性質を有する粉体粒子をバインダーを介して互いに接着し成形して、一体化した成形体からなる吸音材であるため、材料としての取扱い性が高まるとともに、粉体のこぼれ、偏り等による吸音特性の低下が抑制され、経時的な性能劣化はない。さらに、第1および第2の吸音材のヤング率は $1.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下であるため、吸音材の厚みがうすくても低周波数域での吸音特性が優れるようになる。

【0053】本発明の第3の吸音材は、前記第1または第2の吸音材(成形体)と多孔質材とが積層され、一体化された吸音材であるため、材料としての取扱い性が高まるとともに、成形体の優れた吸音特性に加えて、音波の入射側にある成形体を「質量(おもり)」、音波の透

14

過側にある多孔質材を「バネ」とする共振現象が起こり、共振による吸音作用がさらに加わるために、低周波数域において幅広い周波数でのさらに優れた吸音作用を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の吸音材にかかる1実施例を示す図。

【図2】本発明の第1の吸音材にかかる1実施例の内部構造を示す概念図。

10 【図3】粒状粒子の表面に微小繊維体を付けた粉体粒子の概念図。

【図4】本発明の第2の吸音材にかかる1実施例の内部構造を示す概念図。

【図5】本発明の第3の吸音材にかかる1実施例を示す図。

【図6】実施例3における吸音材を示す断面図。

【図7】実施例4における吸音材を示す断面図。

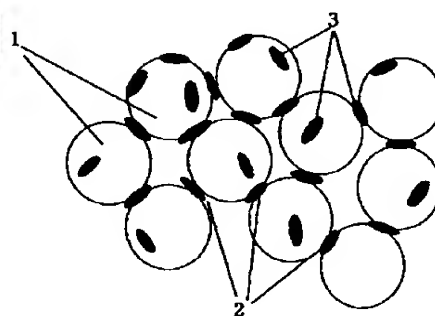
【符号の説明】

- 1 粉体粒子
- 2 接点
- 3 バインダー
- 4 粒状粒子
- 5 微小繊維体
- 6 成形体
- 7 多孔質材
- 8 成形体
- 9 ロックウール吸音板
- 10 成形体
- 11 ロックウールファイバー

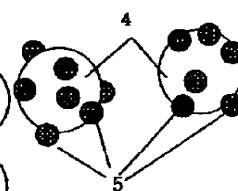
【図1】



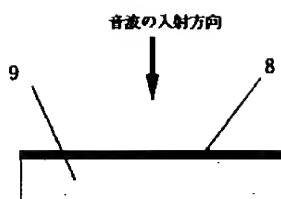
【図2】



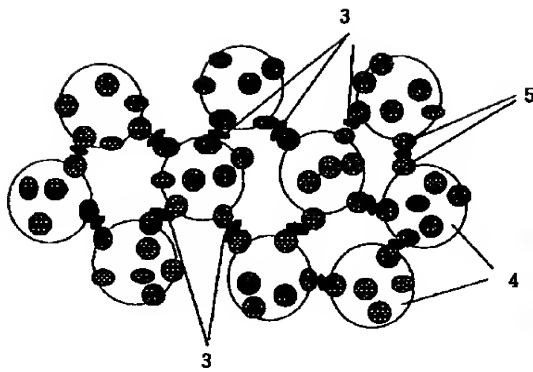
【図3】



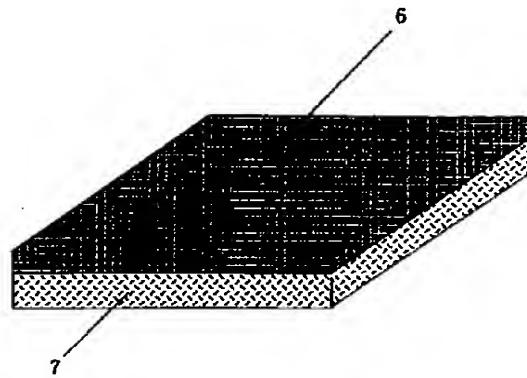
【図6】



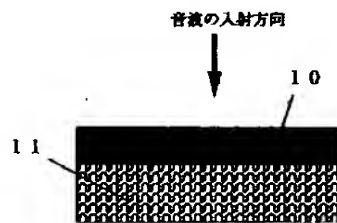
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

G10K 11/16  
11/162

識別記号

片内整理番号

F I

G10K 11/16

技術表示箇所

D  
A